

## 자몽종자 추출물을 함유한 젤라틴 필름의 딸기예의 포장 적용

임금옥 · 장성애 · 김주연 · 김현진 · 송경빈<sup>†</sup>  
충남대학교 식품공학과

### Use of a Gelatin Film Containing Grapefruit Seed Extract in the Packaging of Strawberries

Geum-Ok Lim, Sung-Ae Jang, Ju-Yeon Kim, Hyun-Jin Kim and Kyung Bin Song<sup>†</sup>  
Department of Food Science & Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

#### Abstract

Gelatin films containing grapefruit seed extract (GSE) were prepared by incorporating different amounts (0, 0.6, and 1.0%, w/v) of GSE into film-forming solutions. Film elongation was improved by the addition of GSE, but film tensile strength decreased to 31.96 MPa for film containing 1.0% GSE, compared with 46.39 MPa for the control. Incorporation of 1.0% GSE inhibited the growth of pathogenic bacteria such as *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*. Packaging of strawberries with a gelatin film containing 1.0% GSE decreased the levels of total aerobic bacteria and yeast/molds after 12 days of storage by 1.60 and 1.43 log CFU/g, respectively, compared with control values. Sensory evaluation results indicated that packaging of strawberries with GSE-gelatin film resulted in better sensory scores than those of the control. These results indicate that strawberries can be packaged using gelatin film containing GSE, to extend shelf-life.

**Key words :** gelatin film, grapefruit seed extract, strawberry, storage

#### 서 론

필름을 이용한 식품 포장은 식품의 품질을 유지하고, 수분의 증발을 막으며, 외부 환경으로부터의 오염을 막아주는 역할을 한다(1,2). 식품포장재는 대부분 합성수지로써 자연계에서 쉽게 분해되지 않아 환경오염을 유발시키는 원인으로 사회적 문제가 되고 있는데(2), 합성수지 필름의 대체물질로 자연에서 쉽게 분해되는 가식성 필름에 관한 연구가 활발하게 진행되어 왔다(2,3). 가식성 필름의 재료로써 단백질의 일종인 젤라틴은 콜라겐의 가수분해에 의해 얻어지는데, 필름을 형성하는 능력이 뛰어나고, 인장강도 및 신장률과 같은 물리적 특성이 우수한 장점을 가지고 있다(4).

최근 천연 항균성 물질을 이용하여 식품의 신선도를 향상시키는 연구가 진행되고 있는데, 자몽종자추출물(grapefruit

seed extract, GSE)은 ascorbic acid, flavonoid, tocopherol, citric acid, limonoid 등을 함유하며(3,5), 미생물의 세포벽에 영향을 주어 기능을 약화시키고, 미생물 성장을 억제하는 효과가 있다(6). Xu 등(7)은 GSE를 이용하여 포도의 품질을 하락시키는 *Botrytis cinerea*의 성장을 억제하는 연구를 보고한 바 있다.

딸기는 수확 후 미생물에 의한 부패가 쉽게 진행되어 수확 직후 신선도 유지를 위해 저온유지가 필요하다(8,9). 또한 저온저장 외에 저장성을 향상시키기 위하여 MA 저장(10), 열처리(11), 화학적 처리(8) 등의 연구가 진행되었다. 특히 딸기를 포함한 과채류의 경우 세척단계가 충분하지 않았을 경우 미생물 오염이 문제가 되기에 저장성 향상을 위해서는 딸기의 미생물학적 안전성을 확보하기 위한 연구가 필요하다(8).

따라서 본 연구에서는 GSE가 함유된 젤라틴 필름을 딸기 포장에 적용하여, 딸기의 미생물학적 변패 억제 및 품질 유지 등 저장기간 연장 효과에 관하여 조사하였다.

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : kbsong@cnu.ac.kr,  
Phone : 82-42-821-6723, Fax : 82-42-825-2664

## 재료 및 방법

### 실험재료

실험용 딸기는 강원 평창지역 딸기 재배농가에서 수확된 수출용 여름딸기인 “플라멩고” 품종으로, 과피의 착색이 60-70% 진행된 시료를 구입한 직후 저온을 유지하며 즉시 실험실로 운반하여 실험에 사용하였다. 시료는 외관 상태와 숙성도 및 크기가 전체적으로 균일하며 표면에 흠이 없고, 무게가 개당 약 15±1 g인 것으로 선별하였다. 본 실험에서 사용한 젤라틴과 글리세롤은 Sigma Aldrich Chemical Co.(St. Louis, MO, USA), 자몽종자 추출물(GSE)은 ABC Techno Inc.(Tokyo, Japan) 에서 각각 구입하여 사용하였다.

### 필름의 제조

젤라틴 10%(w/v)를 증류수에 넣고, 글리세롤(2.7%)과 혼합한 후 90°C 에서 30분간 중탕 처리하였다. 가열 후 GSE(0, 0.6, 1.0%, w/v)를 첨가하여 용해시키고 cheese cloth를 이용하여 거른 후 teflon 필름으로 코팅한 수평의 유리판(24 cm x 30 cm)에 두께가 75 µm 정도로 균일하게 필름 용액을 80 mL를 부어 실온에서 24시간 건조하여 필름을 제조하였다. 제조된 필름의 투습도와 인장강도를 측정하기 위해 2 cm x 2 cm, 2.54 cm x 10 cm의 크기로 각각 절단하여 사용하였다.

### 인장 강도 및 신장률

필름의 인장강도(tensile strength, TS)와 신장률(elongation at break, E)은 ASTM Standard Method D882-91 방법(12)에 따라 Instron Universal Testing Machine(Model 4484, Instron Co., Canton, MA, USA)을 사용하여 측정하였다. 절단한 필름 조각은 25°C, 50% 상대습도로 조절된 항온항습기에서 2일간 저장하여 수분함량을 조절한 뒤 초기 grip 간의 거리는 5 cm, cross head의 속도는 50 cm/min 조건에서 측정하였다. 필름의 인장강도는 필름을 잡아 늘일 때 필름이 절단될 때까지 작용한 힘을 필름의 초기 단면적으로 나누어 계산하였고, 필름의 신장률은 필름이 절단될 때까지 움직인 grip 간의 거리를 초기 grip 간의 거리에 대한 백분율로 나타내었다. 인장강도 및 신장률은 한 시료 당 5번 반복 측정 하였다.

### 투습계수

필름의 투습계수(water vapor permeability, WVP)는 ASTM E 96-95 방법(13)에 따라 polymethylacrylate cup을 사용하여 수분투과도를 측정하였다. 25°C, 50%의 상대 습도로 조절된 항온항습기에 보관하며 필름 층을 통한 cup의 수분 이동에 따른 매 시간마다 cup의 무게 감소를 측정하여 무게 감소율을 계산하였다(14). 수분투과율(water vapor transmission rate, WVTR)과 투습계수(WVP)는 다음 식에

의해 계산하였다.

$$WVTR = \text{slope} / \text{film area}$$

$$WVP = (WVTR \times L) / \Delta p$$

이때, slope는 시간에 따른 컵의 무게 감소율, 필름 area는 수분 이동이 일어나고 있는 필름의 넓이, L은 필름의 평균 두께, Δp는 필름을 사이에 둔 cup 내부와 외부 간 수증기 부분압의 차이이다.

### 균주 배양

*E. coli* O157:H7은 tryptic soy agar(TSA, Difco Co., Detroit, MI, USA)에서 *L. monocytogenes*는 brain heart infusion(BHI, Oxoid, Basingstoke, UK)에서 37°C, 24시간 배양 후, colony를 Luria Bertani broth(LB, Difco Co.), Listeria enrichment broth base(Oxoid)에 각각 접종하여 37°C, 24시간 배양 후 2,000x g에서 15분간 원심분리하였다. 농축된 균을 멸균된 0.1% 펩톤수에 넣고 적정 농도로 재부유 시킨 후 사용하였다.

### 필름의 항균성 측정

7-8 log CFU/g의 *E. coli* O157:H7과 *L. monocytogenes*를 tryptic soy broth bacto agar(Difco Co.), Difco Oxford medium base(Difco Co.) plate에 각각 0.1 mL씩 분주하였다. 젤라틴 필름은 직경이 10 mm가 되도록 자른 후 균이 접종된 배지에 부착시키고 4°C에서 3시간 동안 방치시켰다. *E. coli* O157:H7는 37°C에서 24시간, *L. monocytogenes*는 37°C에서 48시간 배양하여 생긴 inhibition zone의 직경을 측정하여 mm로 표시하였으며 각각의 항균성 측정은 한 시료 당 3번 반복하여 실험하였다.

### 딸기의 포장 및 저장

GSE 첨가 또는 무첨가 젤라틴 필름(21 cm × 28 cm)에 딸기(15±1 g)를 20개 선별하여 담은 후 포장하여 polyethylene terephthalate tray(22 cm × 16.8 cm × 3.1 cm)에 담아 4±1°C에서 12일간 저장하며 저장 2, 3, 5, 7, 12일째 품질변화 등을 측정하였다. 대조구의 경우에는 젤라틴 필름 대신 low density polyethylene(LDPE, 80 µm)에 딸기(15 ± 1 g) 20개를 담아 같은 조건에서 저장하였다.

### 미생물 생육 측정

딸기 시료를 멸균된 scalpel로 채취하여 멸균 bag에 넣고 3분 동안 stomacher(MIX 2, AES Laboratoire, France)에서 균질화시켰다. 균질화된 시료는 멸균된 거즈를 이용하여 거르고 0.1% 멸균 펩톤수로 10배수 연속 희석한 후 각각의 배지에 분주하여 한 시료 당 3반복 수행하였다. 총 호기성 세균은 plate count agar(PCA, Difco Co.)를 사용하여 37°C에

서 3일간 배양하고, 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar(PDA, Difco Co.)를 사용하여 25°C에서 5일간 배양한 후 형성된 colony를 계수하였다. 검출된 미생물 수는 시료 g당 colony forming unit(CFU)로 나타났다.

#### 색도 측정

색도는 색차계(CR-400 Minolta Chroma Meter, Konica Minolta Sensing Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter L, a, b 값을 각 시료의 다른 표면을 반복 측정한 뒤 평균값으로 나타내었다. L value는 0(black), +100(White), a value는 80(greenness), +100(redness), b value는 +70(yellowness)을 나타내며, 이때 사용된 표준 백판의 L, a, b 값은 각각 L=97.41, a=0.02, b=1.93 이었다.

#### 관능검사

딸기의 저장기간 중 품질 변화를 분석하기 위해 훈련된 패널 요원 10명으로 시료의 외관(appearance), 조직감(texture), 향(flavor) 및 종합적 기호도(overall acceptability)에 대한 관능검사를 실시하였다. 이 때 각 처리된 시료에 대한 평점은 선정된 기준에 의거한 9점기호척도법(9점: 매우 좋음, 7점: 좋음, 5: 보통, 3: 나쁨, 1: 매우 나쁨)으로 평가하였다.

#### 통계 분석

실험 결과는 SAS program(15)을 사용하여  $p < 0.05$  수준에서 분산분석과 Duncan's multiple range test를 실시하였고, 모든 실험 결과는 평균±표준편차로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

#### 필름의 물성

젤라틴 필름의 인장강도는 Table 1과 같다. GSE를 첨가하지 않은 필름의 경우 46.39 MPa를 나타내었는데, GSE의 첨가량이 0.6, 1.0%로 증가함에 따라 GSE를 첨가하지 않은 필름에 비해 인장강도가 16, 31% 각각 감소하였다. 일반적으로 필름의 인장강도와 신장률은 반비례 관계이기 때문에

인장강도가 증가하면 신장률은 감소하게 된다. 신장률은 GSE를 첨가하지 않은 젤라틴 필름의 경우 47.79%인데 반하여 0.6% GSE를 첨가한 경우 56.26%, 1.0% GSE의 경우 60.07%로 측정되었다. Corrales 등(16)은 pea starch 필름에 플라보노이드가 함유된 물질을 첨가함에 따라 인장강도 및 신장강도가 각각 감소, 증가되었다고 보고된 바 있는데, 본 연구의 결과도 그와 유사하게 GSE 첨가에 의해 필름을 구성하는 분자들 사이의 결합이 감소하여 인장강도가 감소하고 신장률이 증가되는 것이라고 판단된다.

필름의 WVP는 식품 포장재 선택 시 주요 결정 인자로서 식품의 유통기한의 결정에 중요한 역할을 한다(14). 젤라틴 필름의 WVP는 6.16 ng m/m<sup>2</sup>sPa 이었고, 0.6% GSE 첨가 시 6.10 ng m/m<sup>2</sup>sPa, 1.0% GSE가 함유된 필름은 6.16 ng m/m<sup>2</sup>sPa이었는데, 이러한 결과는 젤라틴 필름에 GSE의 첨가가 필름의 WVP에 큰 영향을 끼치지 않음을 보여준다.

#### 필름의 항균활성

GSE를 첨가한 젤라틴 필름의 *E. coli* O157:H7과 *L. monocytogenes*에 대한 항균활성의 결과, GSE의 첨가량 증가에 따라 미생물을 억제하는 능력이 증가함을 확인할 수 있었다(Table 2). GSE를 첨가하지 않은 젤라틴 필름의 경우 inhibition zone을 형성하지 않았으나, 0.6% GSE를 첨가한 필름은 *E. coli* O157:H7과 *L. monocytogenes*에 대하여 각각 15.89, 31.06 mm의 inhibition zone을 나타내었고, 1.0% GSE를 첨가한 필름의 경우 각각 17.45, 35.44 mm의 inhibition zone을 나타내었다. Park과 Kim(6)의 연구에 따르면 GSE는 ascorbic acid, 토코페롤 등을 함유하고 있어서 미생물의 세포벽에 영향을 주어 기능을 약화시키고 세포증식을 억제하여 살균효과를 나타낸다고 보고하였다. 본 연구에서 *E. coli* O157:H7과 *L. monocytogenes* 각각의 inhibition zone을 측정된 결과 *E. coli* O157:H7보다 *L. monocytogenes*에서 더 큰 항균효과를 가져왔는데, 이러한 결과는 Zdenka 등(5)은 *E. coli* O157:H7과 *L. monocytogenes*를 포함한 20 종의 그람양성 및 그람음성균을 대상으로 항균성을 측정 하였을 때 *L. monocytogenes*가 *E. coli* O157:H7보다 낮은 GSE 농도에서 억제된 것을 확인하여, GSE가 그람음성균 보다는 그람양성균에 억제능력이 더 높음을 보고하였다.

Table 1. Mechanical properties of gelatin film containing various concentration of GSE

GSE (%)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)	Water vapor permeability (ng m/m <sup>2</sup> sPa)
0	46.39 ± 2.57 <sup>a</sup>	47.79 ± 9.92 <sup>a</sup>	6.16 ± 0.04 <sup>a</sup>
0.6%	38.86 ± 1.18 <sup>b</sup>	56.26 ± 5.46 <sup>ab</sup>	6.10 ± 0.07 <sup>a</sup>
1.0%	31.96 ± 1.36 <sup>c</sup>	60.07 ± 3.13 <sup>b</sup>	6.16 ± 0.29 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup>Any means in the same column followed by different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Table 2. Antimicrobial activity of the gelatin film containing various concentration of GSE against pathogenic bacteria

GSE (%)	Inhibition zone (mm)	
	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>L. monocytogenes</i>
0	0 ± 0.00 <sup>c</sup>	0 ± 0.00 <sup>b</sup>
0.6	15.89 ± 0.20 <sup>b</sup>	31.06 ± 3.24 <sup>a</sup>
1.0	17.45 ± 0.63 <sup>a</sup>	35.55 ± 4.28 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup>Any means in the same column followed by different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

**딸기의 저장 중 미생물 수 변화**

딸기 포장을 위해 0.6% GSE 보다 더 좋은 항균활성을 보인 1% GSE를 첨가한 젤라틴 필름으로 포장한 딸기에 존재하는 호기성 세균과 효모 및 곰팡이수의 저장 중 변화를 알아보기 위하여 저장기간에 따른 미생물 수의 변화를 측정하였다(Table 3). GSE-젤라틴 필름으로 포장한 딸기가 LDPE 포장의 대조구와 젤라틴 필름으로 포장한 딸기에 비해 총 호기성 세균의 증식을 효과적으로 억제함을 확인하였다. 또한 젤라틴 필름만으로 포장한 딸기의 경우, 총 호기성 세균의 증식이 LDPE 포장의 대조구에 비해 다소 억제되었는데 이것은 항균효과라기 보다는 포장 재질의 차이에 근거한다고 판단된다. 딸기의 저장기간이 증가함에 따라 전체적으로 총 호기성 세균이 증가하였는데, 저장 12일차 대조구, 젤라틴 필름, GSE-젤라틴 필름으로 포장한 딸기의 호기성 세균은 각각 5.23, 4.70, 3.63 log CFU/g으로, GSE-젤라틴 필름으로 포장한 딸기는 대조구, 젤라틴 필름에 비해 각각 1.60, 1.07 log CFU/g 차이가 있음을 확인하였다. GSE-젤라틴 필름이 저장기간 중 딸기 표면에 존재하는 호기성 세균의 성장 억제에 가장 큰 영향이 있음을 알 수 있었다. GSE는 fresh-cut 채소의 살균제로 이용되기도 하는데(7), 0.1% GSE 용액을 오이와 양상추에 처리하였을 때 오이는 저장 8일차 총 호기성균이 대조구에 비해 약 2 log CFU/g 차이가 있었으며, 양상추는 저장 9일차에서 대조구에 비해 약 2.3 log CFU/g의 감균 효과를 나타내었다고 보고된 바 있다.

딸기의 저장 중 효모 및 곰팡이 수의 변화는 Table 4와 같다. 저장 2일차 대조구, 젤라틴 필름, GSE-젤라틴 필름을 이용하여 포장한 딸기의 효모 및 곰팡이수는 각각 2.93, 2.87, 2.36 log CFU/g으로, GSE-젤라틴 필름으로 포장한 딸기는 대조구인 LDPE 포장과 젤라틴 필름으로 포장한 딸기에 비해 각각 0.57, 0.51 log CFU/g의 차이를 나타내어 저장 초기에서부터 효모 및 곰팡이 수의 억제 효과를 나타내었다. 또한 저장기간 중 GSE-젤라틴 필름을 이용하여 포장한 딸기는 대조구 및 젤라틴 필름으로 포장한 딸기에 비해 지속적으로 낮은 효모 및 곰팡이 수를 나타내어 GSE-

젤라틴 필름의 효과적인 효모 및 곰팡이의 성장 억제를 확인할 수 있었다. 그리고 젤라틴 필름의 경우도 대조구인 LDPE 포장에 비해 낮은 효모 및 곰팡이 수를 나타냄에 따라 대조구에 비해 효모 및 곰팡이의 성장 억제효과가 있음을 확인할 수 있었다. 이에 따라서 GSE-젤라틴 필름을 이용한 딸기 포장은 저장 중 미생물 생육을 저해하는 효과적인 처리 기술로써 딸기의 미생물학적 안전성을 확보할 수 있다고 판단된다.

**색도 변화**

딸기의 색도는 딸기의 품질을 판단하는 중요한 요인 중 하나이다. 저장기간이 증가함에 따라 딸기의 Hunter L, a 값은 전반적으로 증가하다 감소하는 경향을 나타내었으며, b 값은 감소하는 추세를 보였다(Table 5). 저장 초기 L 값은 40.47이나 저장 3일차 LDPE, 젤라틴 필름, GSE-젤라틴 필름으로 포장한 딸기의 L값은 각각 40.35, 41.19, 41.26으로 대조구를 제외하고 모두 L값이 증가하였으나 통계적으로 유의적인 차이는 없었다. 저장 12일차에서는 대조구, 젤라틴 필름, GSE-젤라틴 필름으로 포장한 딸기의 L값은 각각 39.15, 39.28, 39.41로 저장 3일차에 비해 L값이 감소된 것을 확인하였으나, 처리군별로 비교하였을 때 차이가 없었다. Hunter a 값도 L값과 유사한 경향을 나타내며 저장 5일차에서 대조구, 젤라틴 필름, GSE-젤라틴 필름 각각 43.15, 42.78, 43.23로 저장기간 중 가장 높은 a값을 나타낸 반면에 저장 12일차에서는 대조구, 젤라틴 필름, GSE-젤라틴 필름 각각 40.98, 40.80, 40.28로 저장 5일차에 비해 낮은 값을 나타내었으나 처리군 별로 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

**관능적 품질 검사**

저장 중 딸기의 관능검사 결과는 외관, 조직감, 향, 종합적 선호도를 9점 기호척도법으로 측정하였다(Table 6). 저장기간이 증가함에 따라 모든 처리구들의 관능평가는 낮아지는 경향을 나타내었으나, GSE-젤라틴 필름으로 포장한 딸기의 경우 저장 중 대조구, 젤라틴 필름으로 처리한 딸기에 비해 전반적으로 높은 값을 나타냄을 확인할 수 있었다.

**Table 3. Change in the populations of total aerobic bacteria of strawberries during storage at 4°C**

(log CFU/g)

	Storage time (days)					
	0	2	3	5	7	12
Control <sup>1)</sup>	3.17 ± 0.07 <sup>Ad</sup>	3.36 ± 0.07 <sup>Ad</sup>	4.00 ± 0.23 <sup>Ac</sup>	4.27 ± 0.14 <sup>Ab</sup>	4.80 ± 0.14 <sup>Ab</sup>	5.23 ± 0.04 <sup>Aa</sup>
Gelatin film	3.17 ± 0.07 <sup>Ad</sup>	3.26 ± 0.07 <sup>Ad</sup>	3.33 ± 0.02 <sup>Bd</sup>	3.70 ± 0.03 <sup>Bc</sup>	4.09 ± 0.15 <sup>Ba</sup>	4.70 ± 0.08 <sup>Bb</sup>
GSE <sup>2)</sup> -gelatin film	3.17 ± 0.07 <sup>Ab</sup>	3.27 ± 0.08 <sup>Ab</sup>	3.25 ± 0.15 <sup>Bb</sup>	3.49 ± 0.20 <sup>Ba</sup>	3.54 ± 0.06 <sup>Ca</sup>	3.63 ± 0.08 <sup>Ca</sup>

<sup>1)</sup>LDPE packaging.

<sup>2)</sup>1.0% GSE.

<sup>Ac</sup> Any means in the same column followed by different letters are significantly different(p<0.05).

<sup>ad</sup> Any means in the same row followed by different letters are significantly different(p<0.05).

**Table 4. Change in the populations of yeast/molds of strawberries during storage at 4°C**

	Storage time (days)					
	0	2	3	5	7	12
Control	2.26 ± 0.24 <sup>Ae</sup>	2.93 ± 0.08 <sup>Ad</sup>	3.51 ± 0.51 <sup>Ac</sup>	4.37 ± 0.13 <sup>Ab</sup>	4.41 ± 0.10 <sup>Ab</sup>	4.81 ± 0.03 <sup>Aa</sup>
Gelatin film	2.26 ± 0.24 <sup>Ad</sup>	2.87 ± 0.04 <sup>Ac</sup>	3.50 ± 0.10 <sup>Ab</sup>	3.74 ± 0.23 <sup>Bb</sup>	4.16 ± 0.04 <sup>Ba</sup>	4.38 ± 0.08 <sup>Ba</sup>
GSE-gelatin film	2.26 ± 0.24 <sup>Ac</sup>	2.36 ± 0.32 <sup>Bc</sup>	2.49 ± 0.20 <sup>Bc</sup>	2.97 ± 0.12 <sup>Cb</sup>	3.16 ± 0.04 <sup>Cab</sup>	3.38 ± 0.08 <sup>Ca</sup>

<sup>A-C</sup>Any means in the same column followed by different letters are significantly different (p<0.05).

<sup>a-c</sup>Any means in the same row followed by different letters are significantly different (p<0.05).

**Table 5. Change in Hunter color values of strawberries during storage at 4°C**

Color parameter	Treatment	Storage time (days)					
		0	2	3	5	7	12
L	Control	40.47 ± 0.35 <sup>Aa</sup>	38.99 ± 0.21 <sup>Ba</sup>	40.35 ± 0.67 <sup>Aa</sup>	37.87 ± 0.47 <sup>Ba</sup>	38.25 ± 0.33 <sup>Aa</sup>	39.15 ± 0.70 <sup>Aa</sup>
	Gelatin film	40.47 ± 0.35 <sup>Aa</sup>	42.12 ± 0.76 <sup>Aa</sup>	41.19 ± 0.42 <sup>Aa</sup>	40.26 ± 0.27 <sup>Aa</sup>	40.29 ± 1.23 <sup>Ab</sup>	39.28 ± 0.93 <sup>Ab</sup>
	GSE-gelatin film	40.47 ± 0.35 <sup>Aa</sup>	41.09 ± 0.75 <sup>Aa</sup>	41.26 ± 0.77 <sup>Aa</sup>	38.69 ± 1.17 <sup>A<sup>ab</sup>B<sup>ab</sup></sup>	39.97 ± 0.97 <sup>Ab</sup>	39.41 ± 0.85 <sup>Ab</sup>
a	Control	39.61 ± 0.60 <sup>Aa</sup>	40.45 ± 0.74 <sup>Aa</sup>	41.68 ± 0.60 <sup>Aa</sup>	43.15 ± 0.47 <sup>Aa</sup>	42.35 ± 0.47 <sup>Aa</sup>	40.98 ± 0.35 <sup>Aa</sup>
	Gelatin film	39.61 ± 0.60 <sup>Aa</sup>	40.43 ± 1.52 <sup>Aa</sup>	42.08 ± 0.89 <sup>Aa</sup>	42.78 ± 0.45 <sup>Aa</sup>	41.67 ± 0.77 <sup>Aa</sup>	40.80 ± 1.54 <sup>Aa</sup>
	GSE-gelatin film	39.61 ± 0.60 <sup>Ab</sup>	40.48 ± 0.98 <sup>Ab</sup>	41.60 ± 0.49 <sup>Ba</sup>	43.23 ± 0.77 <sup>Aa</sup>	40.20 ± 0.67 <sup>Ba</sup>	40.28 ± 1.00 <sup>Aa</sup>
b	Control	31.18 ± 0.44 <sup>Aa</sup>	29.49 ± 0.33 <sup>Aa</sup>	28.07 ± 0.66 <sup>Aa</sup>	28.89 ± 0.10 <sup>Aa</sup>	27.93 ± 0.47 <sup>Aa</sup>	27.51 ± 0.47 <sup>Aa</sup>
	Gelatin film	31.18 ± 0.44 <sup>Aa</sup>	31.03 ± 1.89 <sup>Aa</sup>	30.73 ± 0.69 <sup>Aa</sup>	28.84 ± 1.32 <sup>Ab</sup>	29.05 ± 1.74 <sup>Ab</sup>	27.40 ± 1.27 <sup>Ab</sup>
	GSE-gelatin film	31.18 ± 0.44 <sup>Aa</sup>	30.99 ± 1.52 <sup>Ab</sup>	29.07 ± 2.13 <sup>Ab</sup>	28.76 ± 1.49 <sup>Ab</sup>	28.10 ± 1.17 <sup>Ab</sup>	28.15 ± 0.53 <sup>Ab</sup>

<sup>A-B</sup>Any means in the same column followed by different letters are significantly different (p<0.05).

<sup>a-b</sup>Any means in the same row followed by different letters are significantly different (p<0.05).

**Table 6. Sensory evaluation of strawberries during storage at 4°C**

Organoleptic parameter	Treatment	Storage time (days)					
		0	2	3	5	7	12
Appearance	Control	9.00 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	8.80 ± 0.62 <sup>Aa</sup>	8.50 ± 0.33 <sup>Aa</sup>	7.30 ± 0.35 <sup>Ab<sup>a</sup></sup>	5.80 ± 0.79 <sup>Ab<sup>a</sup></sup>	3.80 ± 0.47 <sup>B<sup>ba</sup></sup>
	Gelatin film	9.00 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	8.47 ± 0.55 <sup>Ab<sup>b</sup></sup>	8.82 ± 0.16 <sup>Aa</sup>	7.53 ± 0.50 <sup>Ab</sup>	6.00 ± 1.00 <sup>Ac</sup>	4.23 ± 0.71 <sup>B<sup>d</sup></sup>
	GSE-gelatin film	9.00 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	8.83 ± 0.21 <sup>Aa</sup>	8.60 ± 0.36 <sup>Aa</sup>	8.30 ± 0.26 <sup>Aa</sup>	7.43 ± 0.49 <sup>Ab</sup>	6.77 ± 0.68 <sup>Ab</sup>
Texture	Control	9.00 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	8.70 ± 0.82 <sup>Aa</sup>	7.50 ± 0.71 <sup>Aa</sup>	5.80 ± 0.69 <sup>Ab<sup>a</sup></sup>	3.90 ± 0.63 <sup>C<sup>b</sup></sup>	3.10 ± 0.33 <sup>Ab</sup>
	Gelatin film	9.00 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	8.88 ± 0.10 <sup>Aa</sup>	7.77 ± 0.25 <sup>Ab</sup>	6.50 ± 0.62 <sup>Ac</sup>	5.40 ± 0.36 <sup>B<sup>d</sup></sup>	4.33 ± 0.58 <sup>A<sup>Bc</sup></sup>
	GSE-gelatin film	9.00 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	8.63 ± 0.40 <sup>Aa</sup>	8.47 ± 0.45 <sup>Ab<sup>a</sup></sup>	7.70 ± 0.75 <sup>Ab<sup>c</sup></sup>	7.47 ± 0.42 <sup>Ac</sup>	5.27 ± 0.25 <sup>A<sup>d</sup></sup>
Flavor	Control	9.00 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	8.60 ± 0.69 <sup>Aa</sup>	7.80 ± 0.71 <sup>Aa</sup>	6.20 ± 0.79 <sup>Aa</sup>	4.50 ± 0.71 <sup>Aa</sup>	3.60 ± 0.60 <sup>Aa</sup>
	Gelatin film	9.00 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	8.50 ± 0.50 <sup>Ab<sup>b</sup></sup>	7.60 ± 0.53 <sup>Ab</sup>	6.07 ± 1.01 <sup>Ac</sup>	4.43 ± 0.51 <sup>Ad</sup>	3.57 ± 0.49 <sup>Ad</sup>
	GSE-gelatin film	9.00 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	8.70 ± 0.26 <sup>Aa</sup>	7.73 ± 0.31 <sup>Ab</sup>	6.24 ± 0.21 <sup>Ac</sup>	4.83 ± 0.21 <sup>Ad</sup>	3.93 ± 0.12 <sup>Ac</sup>
Overall acceptability	Control	9.00 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	8.70 ± 0.57 <sup>Aa</sup>	7.90 ± 0.32 <sup>Aa</sup>	6.30 ± 0.70 <sup>Ab</sup>	4.70 ± 0.69 <sup>Ac<sup>d</sup></sup>	3.50 ± 0.67 <sup>Ab</sup>
	Gelatin film	9.00 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	8.63 ± 0.32 <sup>Aa</sup>	7.70 ± 0.26 <sup>Ab</sup>	6.17 ± 0.15 <sup>Ac</sup>	4.53 ± 0.50 <sup>Ad</sup>	3.40 ± 0.53 <sup>Ac</sup>
	GSE-gelatin film	9.00 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	8.77 ± 0.21 <sup>Aa</sup>	8.23 ± 0.25 <sup>Ab</sup>	6.77 ± 0.25 <sup>Ac</sup>	5.83 ± 0.15 <sup>Ad</sup>	4.67 ± 0.58 <sup>Ac</sup>

<sup>A-C</sup>Any means in the same column followed by different letters are significantly different (p<0.05).

<sup>a-c</sup>Any means in the same row followed by different letters are significantly different (p<0.05).

특히, 조직감이나 외관의 경우, GSE-젤라틴 필름으로 포장한 시료가 저장 7일째와 12일째 유의적으로 높은 점수를 보였다. 그러한 차이를 보인 이유로는, GSE-젤라틴 필름으로 포장한 딸기의 경우에는 다른 처리구에 비해 총 호기성균, 효모 및 곰팡이 수가 적었는데 이것이 항균성물질인 GSE가 첨가된 젤라틴 필름 포장에 의해 딸기의 신선도가 유지되어 관능적으로 다른 처리구에 비해 높은 평가 점수를 가졌다고 판단된다.

요 약

자몽종자추출물(GSE)이 다른 농도(0, 0.6, 1.0%)로 첨가된 젤라틴 필름을 제조하여 필름의 물성과 딸기의 포장 효과를 각각 조사하였다. GSE의 농도가 증가함에 따라 젤라틴 필름의 신장률은 증가하였으나 인장강도는 대조구의 46.39 MPa에서 1.0% GSE 함유 젤라틴 필름 경우에 31.96 MPa로 감소하였고, 필름의 투습도는 GSE의 농도에 의해 영향을 받지 않았다. GSE 1.0%가 함유된 젤라틴 필름은 *E. coli* O157:H7과 *L. monocytogenes*의 성장을 억제하였다. GSE 1.0%가 함유된 젤라틴 필름을 딸기 포장에 적용하였을 때 저장 12일 차에서 대조구에 비해 총 호기성 세균, 효모 및 곰팡이의 수가 각각 1.60, 1.43 log CFU/g 낮은 값을 나타내었다. 또한 1.0% GSE 젤라틴 필름으로 포장한 딸기가 대조구나 젤라틴 필름만으로 포장한 딸기에 비해 관능적 품질이 우수하였다. 따라서 1.0% GSE 젤라틴 필름 포장이 딸기의 저장 중 미생물학적 위해인자의 감소와 딸기의 품질유지에 효과적인 방법이라고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업의 연구비의 지원에 이루어진 것으로 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Jongjareonrak, A., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Tanaka, M. (2008) Antioxidative activity and properties of fish skin gelatin films incorporated with BHT and  $\alpha$  tocopherol. *Food Hydrocolloid*, 22, 449-458
2. Krochta, J.M. and De Mulder Johnston, C. (1997) Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technol.*, 51, 61-74
3. Hong, Y.H., Lim, G.O. and Song, K.B. (2009) Physical properties of *Gelidium corneum*-gelatin blend films containing grapefruit seed extract or green tea extract

- and its application in the packaging of pork loins. *J. Food Sci.*, 74, C6-10
4. Cao, N., Fu, Y. and He, J. (2007) Mechanical properties of gelatin film cross linked, respectively, by ferulic acid and tannin acid. *Food Hydrocolloid*, 21, 575-584
5. Zdenka, C. and Sanda, V.K. (2004) Antimicrobial activity of grapefruit seed and pulp ethanolic extract. *Acta. Pharm.*, 54, 243-250
6. Park, H.K. and Kim, S.B. (2006) Antimicrobial activity of grapefruit seed extract. *Korean J. Food Nutr.*, 19, 526-531
7. Xu, W.T., Huang, K.L., Guo, F., Qu, W., Yang, J.J., Liang, Z.H. and Luo, Y.B. (2007) Postharvest grapefruit seed extract and chitosan treatments of table grapes to control *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biol. Technol.*, 46, 86-94
8. Jin, Y.Y., Kim, Y.J., Chung, K.S., Won, M.S. and Song, K.B. (2007) Effect of aqueous chlorine dioxide treatment on the microbial growth and qualities of strawberries during storage. *Food Sci. Biotechnol.*, 16, 1018-1022
9. Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A. and Gonzalez Martinez, C. (2006) Quality of cold stored strawberries as affected by chitosan oleic acid edible coatings. *Postharvest Biol. Technol.*, 41, 164-171
10. Steen C.V., Jaccens, L., Devlieghere, F. and Debevere, J. (2002) Combining high oxygen atmosphere with low oxygen modified atmosphere packaging to improve the keeping quality of strawberries and raspberries. *Postharvest Biol. Technol.*, 26, 49-58
11. Vicente, A.R., Martinez, G.A., Civello, P.M. and Chaves, A.R. (2001) Quality of heat treated strawberry fruit during refrigerated storage. *Postharvest Biol. Technol.*, 25, 59-71
12. ASTM. (1993) Standard test methods for tensile properties of plastics. D638M, Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, PA, USA, 59-67
13. ASTM. (1983) Standard test methods for water vapor transmission of materials. E 96 80, Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, PA, USA, 761-770
14. Lim, G.O., Hong, Y.H. and Song, K.B. (2010) Application of *Gelidium corneum* edible films containing carvacrol for ham packages. *J. Food Sci.*, 75, C90-93
15. SAS. (2001) SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA
16. Corrales, M., Han, J.H. and Tauscher, B. (2009) Antimicrobial properties of grape seed extracts and their effectiveness after incorporation into pea starch films. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 44, 425-433